



後発工業国の技術形成に関する一考察：台湾の電子部品産業を事例に

著者	葉 剛
雑誌名	国際文化研究科論集
巻	13
ページ	87-104
発行年	2005-12-20
URL	http://hdl.handle.net/10097/48158

後発工業国の技術形成に関する一考察

台湾の電子部品産業を事例に

葉 剛

I はじめに

20世紀の後半の数十年での世界経済進展の最大な動因はアジアの目立った成長である。特に、東アジアグループ（インドネシア、韓国、シンガポール、タイ、台湾、中国、香港、マレーシア）は速いテンポで工業化をなしとげつつある。しかも、技術の「従属」のような悪循環に陥る¹ことなく、工業技術が多くの分野²にわたって自立しつつある。

東アジアとラテン・アメリカとの最も大きな相違点の一つは海外市場（世界市場）指向か、国内市場指向であることが70年代にはすでに注目されていた³。輸出指向を主とする工業化（輸出指向型工業化）が輸入代替を主とする工業化（輸入代替型工業化）より以上に経済の成長を促す傾向があると強調されている⁴。いわゆる東アジア地域的近代産業社会の発展が輸出拡張によるキャッチアップ型工業化だとよく指摘されている⁵。無論こうした後発工業国の技術キャッチアップは理論的、実証的な研究を行って確かめるに値する。

第2次大戦後、機械制大工業を代表する産業資本が先進工業国から後発工業国へ流れるようになっており、後発工業国はこれらの直接投資を媒介し、先進工業国において生まれた技術を容易に導入することができたとよく指摘されている。つまり、「後発効果」（あるいは「後発利益」）が直接投資の受け入れた後発工業国において生じている。「後発効果」は、国家レベルと企業レベルに分けてみる必要がある⁶というのは重要な視点である。他方、後発工業国の企業は「先進企業と異なり、利用可能な経営資源を巧みに組み合わせることによって独自の競争力と比較優位を生み出す」⁷ことを重要視すべきだと思われる。つまり、後発工業国の企業はこうした「後発効果」を巧みに内部化することによって、事業の急速な拡大、競争優位の構築ができたと考えられる。

ここでは企業レベルにとっての「後発効果」に注目し、産業・企業レベルまで観察の目線を降ろして、キャッチアップの軌跡を検証していく。しかしながら、工業化の後発諸国にとって「後発不利益」がしばしば生じるわけである。このような「後発不利益」を如何に避けるのが後発工業国にとって大きな課題である。しかも、このような不経済を避けたメカニズムの解明が途上国経済発展の研究に必要なと思われる。したがって、ここではそれを避けえた東アジア諸国その経済論理は掘り下げてみなければならない。

それを解き明かすにあたって、一つの重要な概念が浮かびあがっている。それは技術形成⁸という概念である。つまり、東アジア諸国の工業化過程において、具体的な技術がいかに形成してきているかを探究していくことにする。そこで、途上国の優等生といわれた台湾を対象にして、まずその電機電子機器産業発展の史的過程を簡潔にスケッチし、それを通して各段階における主導製品の生産技術の成り立ちを探る。次に電機電子機器産業を支える電子部品産業の生成と変容を考察し、電子部品としての抵抗器に立ち入って、伝統抵抗器生産技術とチップ抵抗器生産技術の形成を検証する。そこではリーディング・インダストリ（最終完成品を産出する産業）の要する技術を基幹的技術としており、これらのリーディング・インダストリを支える部品産業（サポーティング・インダストリ）の要する技術を基盤的技術としている。最終完成品の生産分野の発達にはこのような基盤的技術の支えが必要で不可欠であるとは筆者が思う。ここでの検証によって、最終完成品としての電機電子機器産業の生産技術を代表とした基幹的技術だけでなく、電子部品の生産技術を代表とした基盤的技術の形成が台湾の産業・経済発展にとって如何に重要であろうかを浮き彫りにしたい。

II 電機電子機器産業の成長と変容

1. 家庭電化製品産業発展の史的過程

台湾において、家庭電化製品産業（家電産業）を代表とした電機電子機器産業はいち早く1950年代の後半から操業を開始したものである。最も早く家電産業に参入した企業は大同股份有限公司（大同）である。49年に大同が台湾の最初の扇風機を作り出し、機械メーカーから電機電子機器産業に横断的に進出した⁹。同時期に、台湾は真空管ラジオの組立事業も始まった¹⁰。当時、日本占領時代に台湾にもってこられたラジオを模倣し、短波放送を受信できるラジオに改造する事業が興されたのである¹¹。

1960年代に入ると、声宝股份有限公司（声宝）、歌林股份有限公司（歌林）、東元電機股份有限公司（東元電機）などの国内電機電子機器メーカーが相次いで家庭電化製品（家電製品）の生産に参入するようになった。台湾の電機電子メーカーが日本などの国からトランジスタやブラウン管などの電子部品を輸入して、トランジスタ・ラジオやモノクロテレビを組み立て、民生用電子機器の生産を本格的に始めた。その結果、台湾電機電子機器産業の製品は大型家電製品から小型家電製品にまで拡大し多様化した¹²。

70年代に入ると、その家電産業がさらに量産体制の形成期に入り、高度成長を遂げていった。こうして、僅かな数十年間で家電製品を代表とした台湾の電機電子機器産業は著しい発展をみせており、国際的競争力を高めついに輸出産業へと転換していった。しかも、この輸出における主役の地位は80年代末まで保持されていった¹³。

一方、台湾の電機電子機器産業は外資系企業が大挙進出する産業でもあった¹⁴。60、70年代には、台湾において家電製品の生産はほとんど外資系企業によって担われていた。例えば、70年に生産額

第1位のモノクロテレビの多くは、62年に日本の松下電器、三菱電機、日本電気が台湾に進出し、63年から稼動を開始した外資系企業の製品であった¹⁵。

1980年代には声宝、大同、国際、歌林、東元電機は家電製品をはじめとした総合電機電子機器メーカー¹⁶として成長してきた。これらのメーカーは次第に外資系企業に取って代わって台湾の家電製品市場の主役となった。84年には台湾のカラーテレビ市場において、声宝などの地元資本5社は67.8%のシェアを占めている。そして、台湾の冷蔵庫市場においては、大同をはじめとした地元資本が上位5社ランク入りしており、71.6%のシェアを占めている¹⁷。

ところで、台湾において経済の高度成長につれて労働力¹⁸、土地¹⁹などの生産要素が急速に値上がりしたのに伴って、台湾家電産業の優位性が失われていった²⁰。それに、台湾の家電市場も飽和状態となった²¹ため、かつて世界市場を規模とした台湾の家電製品産業が、台湾市場にのみ向かうのは当然無理であり、自らの戦略転換を迫られてきた。この時期、外資系の家電メーカーも次第に台湾から撤退していった。

2. IT 関連産業の隆盛

台湾企業のコンピュータ産業への参入は、実は1970年代から始まった。初期の段階においては、外資系資本はその現地とのジョイント・ベンチャーなどにより主にミニ・コンピュータを生産していた。これに対して、コンピュータ部門に参入した台湾資本の各社はミニ・コンピュータや、その周辺設備のリース販売のみを業務内容とする企業もあれば、自らマイクロ・コンピュータを生産し、中国語データ処理端末機を生産する企業もある。しかし、主な関連設備や部品は全て海外からの輸入に依存していた。

1980年代に入ると、世界のコンピュータ業界には激しい変動が生まれてきた。それは、IBMの互換機をきっかけにパソコンがメインフレームに取って代わってコンピュータの主役になったことである。80年代半ばにアメリカからの大量注文を受けたパソコンのOEM生産²²を契機にして、家電製品生産の主導した台湾電機電子機器産業がパソコン生産への転換を本格的に開始したといつてよい。さらに、90年代のコンピュータ業界のオープンシステムとダウンサイジングの変革に伴って、世界的にパソコンの大衆化が急速に進んでいった。92年後半から台湾のパソコンメーカーは、殺到した外国からの大量注文を積極的に引き受けて²³、世界市場に巻き戻しに転じる活力を示した。これに対して、パソコン業界の値下げ競争に耐え切れず、多くの外資系コンピュータ企業が台湾から撤退した。

こうして、IT産業は台湾の経済成長のリーディングインダストリとなっており、なおかつ輸出産業の主役をも演じつつあり²⁴、今では世界生産基地としての地位を保っている²⁵。その結果、台湾のIT産業の発達には台湾のITメーカーが世界市場で脚光を浴びる機会を与えた²⁶。

3. 電子部品産業の成り立ち

1950年代半ばごろ、日本の旧式ラジオを模倣した新たなビジネスをきっかけに、台湾はコイル（変成器）抵抗器、コンデンサーなどの電子部品を生産するようになり²⁷、電子部品産業が形成されはじめた。しかし、60年までには、台湾の電子部品産業は資本規模が小さく、技術水準が低く、生産設備は性能が悪かった²⁸。つまり、電子部品産業の基盤が極めて弱かったのである。64年にはアメリカの General Instruments が台湾に進出して、電子部品事業に投資し、中間周波変成器、リレー、コイルなどの電子部品の生産を開始した。これが外資系資本による台湾電子部品産業への投資の第一号である。

その後、数多くの外資系資本が台湾の電子部品産業に参入し、その基礎を作り上げ、台湾の電子部品産業の発展に無視できぬ役割を果たしてきた。時期からみると、アメリカの General Instruments 社に次いで、60年代は多くの日本電子部品メーカーが台湾に進出していった。65年、帝国通信工業が台湾富貴電子を設立し、抵抗器やスイッチを生産し始めた。70年代初頭まで、ミツミ電気、日立製作所、TDK、太陽誘電、興亜電工、アルプス電気、田村電子、ニチコン、フォスター電機、ホシデン、マブチモーター、パイオニア、東光電子が相次いで台湾に進出しており、これで日本の有名な電子部品メーカーはほとんどが台湾に出揃った²⁹。

また、アメリカ勢の CTS、RCA、Texas Instruments、Siliconix、Clinton、Fairchild、CTS、OAK、Sprague Electronic、IRW、Connell-Dubillen、Stockpole、そして、オランダの Philips も台湾に上陸し、台湾の電子部品産業に加わった。特に、ここで述べておきたいのはオランダの Philips の台湾への進出である。総合電子機器メーカーである Philips が一挙に台湾飛利浦、台湾飛利浦建元電子、台湾飛利浦電子工業の三社を立ち上げ、コンデンサー、抵抗器、変成器、電子管などの電子部品の生産を行い、台湾での電子部品生産基盤を固めようとしたのである。

一方、地元資本は当局の奨励政策によって後押しされ、電子部品産業への投資が増加し、急速な発展を遂げてきた。幸亜電子工業は台湾の最初の電子部品メーカーであり、58年4月に創立し、炭素膜抵抗器の生産を始めた。60年代に入ってから、第一電阻（第一電阻電容器股份有限公司）、国巨（国巨股份有限公司）、奇力新電子（奇力新電子股份有限公司）、立隆電子（立隆電子工業股份有限公司）、鴻海精密（鴻海精密工業股份有限公司）、欣興電子（欣興電子股份有限公司）、麗正精密（麗正精密電子工業股份有限公司）、友順科技（友順科技有限公司）などはそれぞれが受動部品、機構部品、機能部品、半導体素子の生産に参入し、台湾の電子部品国産化に大いに貢献している。

4. ポーターとしての電子部品産業

一般電子部品は「産業のお惣菜」³⁰と例えられている。つまり、どんな電子機器、電機電子装置・システムでも、電子部品がその中の一つの構成要素として欠かせない。言い換えれば、電子部品産業は電機電子機器産業だけでなく、多くの産業の川上部門に当たる。特に、電機電子機器が、ほ

とんど電子部品によって構成されているので、電機電子機器産業の変動は電子部品に極めて大きな影響を及ぼす。

前述のように、台湾の電機電子機器産業が家電製品から出発し、80年代から IT 分野を加えて、激しい変動を伴いながら発展を遂げてきた。実は、台湾の電子部品産業はこうした電機電子機器産業の変動に伴って、生産が拡大して成長してきた。その発展の過程は大きく三つの段階に分けることができる。つまり、60年代から70年代初期まで、70年代後半から80年代初頭まで、そして80年代半ば以降の三つの段階である。

1960年代に入ってから、世界のトランジスタラジオに対する需要が台湾においてその生産ブームを引き起こした。特にトランジスタラジオの対米輸出が増加していた。それに伴って、ラジオ用電子部品の需要も伸びはじめた。これが台湾電子部品産業の最初の出発を促していた。

1970年代後半からは、電卓、デジタルウォッチ、ラジオカセット、モノクロテレビ、カラーテレビなどの輸出が急速に増えていった。トランジスタやダイオードなどの半導体素子だけでなく、一般電子部品の生産に多くの企業が参入するようになり、これらの輸出産業としての電機電子機器産業の生産を支えていた。70年から80年代半ばまでの開業会社の割合は電子部品メーカーの全体の23%に達しており³¹、これが、台湾電子部品産業の更なる発展を推し進めた。

1980年代半ばから、電機電子機器産業の部品が台湾内での調達率が次第に高まっていった。例えばカラーテレビの場合は、最初には自製率は25%にすぎなかったが、78年になると、自製率は70%となった³²。また、工業研究院金属工業研究所による個別電子部品現地調達率の調査結果をみると、コイル（変成器）の現地調達率が筆頭に56.1%となっており、そして、キャパシタ、プリント基板、CRT、抵抗器はそれぞれ43.6%、30.6%、19.7%、17.0%となっていた³³。

だが、この時期には台湾の電子部品産業が技術の低水準にとどまっていたといわざるをえない。そのため、台湾は電卓やデジタルウォッチの主要部品である LSI、LCb が日本などからの輸入に依存せざるをえなかった。

そして、80年代後半になると、台湾電子部品産業が大きな転換期をむかえた。それが、電機電子機器産業と同じように労働集約的部門から技術集約的部門へのシフトを始めており、先端技術分野で事業を展開する企業が多く増えている。例えば、集積回路（IC）の事業化に向かって、数多くの企業は IC プロセス、マスク製作、IC 検査、IC パッケージに積極的に参入し、台湾の IC 産業の基礎作りを始めた³⁴。

そればかりか、IT 産業及び通信機器産業の急成長が台湾の電子部品産業精密化の発展を誘発した。台湾メーカーが電子部品の高級化、精密化に向けて、先端技術に多くの資本を投下してかつてない成長を見せた。85年から95年までの時期において、創立した企業の割合は圧倒的に大きく、台湾電子部品メーカー全体の約76%を占めている³⁵。

要するに、台湾の電子部品産業はその電機電子機器産業の成長、転換、再成長の要請に応じて、

拡大してきたわけである。こうした傾向は、新規開業企業数の構成分布図からみることができる。60年代から電子部品メーカーが家電産業とともに出発し、80年代半ばごろ家電産業の開業会社の割合がPC・関連機器のそれを下回るようになった。しかし、電子部品メーカーの開業会社の割合は96年まで高水準を保っている³⁶。

また、台湾行政院主計處の調査によると、96年には電子部品メーカーが4193社にのぼり、黒家電メーカー、白家電メーカー、ITメーカーの会社数（3645社）を上回っている。そのうち、受動部品メーカーは最も多く、1114社であり、半導体メーカーは474社、光電部品³⁷（発光ダイオードを含む）メーカーは85社である。電機電子機器の製造に必要な受動部品（抵抗器、コンデンサー、変成器・コイル）や能動部品（集積回路、電子管）を生産する会社もあれば、機構部品（スピーカー、コネクタ、スイッチ）と機能部品（マイクロモーター、変圧器、電池）を生産する会社もある。

III 伝統抵抗器技術の形成

1. 台湾の抵抗器産業

抵抗器とは、電気回路の中で、主として電流を制限し、電圧を分割する目的で使用する電気抵抗を持った電子部品であり、受動部品の中、コンデンサー、変成器（コイル）と並んで、基本三部品の一つである。固定抵抗器は民生用機器、産業用機器を問わず数量的にもっとも多い一般電子部品であり³⁸、しかも、電子部品の中、抵抗器は代替できぬ部品の一つである。

ところで、抵抗器を生産する部門 抵抗器産業は台湾においてその生産が成長しつづけてきており、81年からの20年間約4倍に伸びている³⁹。しかも、輸出の対輸入比（金額ベース）では99年、00年、01年はそれぞれ1.6、2.1、2.6であり⁴⁰、輸出と輸入との開きが徐々に拡大している。前述したように、台湾のIT機器産業が輸出産業となっているため、もし、抵抗器を装着した電機電子機器から抵抗器の間接輸出と合わせると、台湾産の抵抗器の輸出がもっと多いはずであり、抵抗器産業が輸出にも大きく貢献しているといえる。2000年には台湾の抵抗器産業は世界市場の20%のシェアを占めており、日本（26%）について世界の2位となっている⁴¹。

要するに、電子部品としての抵抗器を生産する部門 抵抗器産業は台湾において、電機電子機器産業の発展にとっても、台湾の経済発展にとってもそれらの根底となり、無視できぬ役割を果たしている。そのため、ここで台湾の抵抗器産業を取上げ、その生成、発展を促す重要な要素たる生産技術の形成の特徴を解き明かす必要があると思われる。ここでは、抵抗器を伝統抵抗器分野とチップ抵抗器分野に分けて、それぞれの生産技術の形成を検証していく。

2. 抵抗器の生産技術

抵抗器は固定抵抗器と可変抵抗器に大きく分かれる。固定抵抗器には炭素皮膜、金属皮膜、酸化金属皮膜、ネットワーク、巻線、チップ抵抗器が含まれている。そのうち、炭素皮膜、金属皮膜、

酸化金属皮膜、巻線抵抗器は従来の品種である。一方、ネットワーク、チップ抵抗器は半導体素子の進化に伴って、電子回路のダウンサイジングの要請に応じて作られた抵抗器である。ここでは、後者と区別するために、従来の抵抗器を伝統抵抗器と呼ぶことにする。伝統抵抗器の中、炭素皮膜抵抗器が民生用機器、産業用機器などで幅広く使用されており、規模の経済性が図られている。

炭素皮膜抵抗器を代表とする伝統抵抗器の製造工程はこうなっている。すなわち、まずは本体のセラミックスを作るのに、原料の配合、焼結、焼成のプロセスを経なければならない。それと同時に、鉄の棒とキャップの加工が行われる。そして、炭素皮膜の素材の配合後、本体につける作業とメッキが行われてから、溝の切断、リード線の据付などの仕上げ作業がある。最終の作業にはパッケージング、マーキングの工程がある。巻線抵抗器を除いて、金属皮膜抵抗器、酸化金属皮膜抵抗器の生産プロセスはこれに似ている。これらの抵抗器は製造作業が難しくないし、素材も簡単に入手ができる側面がある。

3. 台湾伝統抵抗器生産技術の形成

台湾において、幸亜電子は早くも58年に初めて炭素皮膜抵抗器の生産を開始した。60年代に入ってから大益、江軍、第一電阻はそれぞれ68年、69年に創立し、炭素皮膜抵抗器の生産を始めた。当時、多くの素材が外国、特に日本に依存しており、生産設備は簡単な道具、単体機械が多くて、伝統抵抗器の生産を担っていた。

一方、日本は、いち早く60年代に全面的に合理化、自動化を進め、抵抗器の大量生産体制を築き上げた。65年には帝国通信工業は日本の抵抗器メーカーとして台湾にはじめて進出した（帝国通信工業の現地子会社名は台湾富貴電子という）。そして、66年にはKOA電工（同、大興電工）、69年にはミツミ電気（同、台湾美上美）も相次いで台湾で抵抗器の生産部門を立ち上げ、これら抵抗器メーカーが日本の進んだ抵抗器の生産技術を台湾に持ち込んでいった。そして、70年代に入ると、日本のウィール（同、豊利電子）、釜屋電機（同、台湾釜屋電機）、アルプス電気（同、福華電子）、アメリカのStockpole（同、信誠電子）、オランダのフィリップス（同、台湾飛利浦建元電子）も台湾に進出し、多様な抵抗器生産技術を台湾に持っていったと考えられる。

それと同時に、地元大資本による抵抗器の生産が現れた。それは国巨、華容を代表とした大資本による抵抗器分野への参入である。そして、60年代に創立した第一電阻に加え、これらの大手の参入によって台湾における抵抗器生産設備の自動化、機械化が推し進められていった。70年代末ごろから80年代半ばにかけ、大手企業であれ中小企業であれ、いずれも炭素皮膜抵抗器にオートメーション設備を導入していた。85年までに約80社が炭素皮膜抵抗器の生産を拡大しようとして、相次いで全面的なオートメーション設備を整えていった（台湾区電工器材工業同業公会に登録した企業のみ状況が把握されている）²。

伝統抵抗器の生産技術の入手ルートについては当時の台湾における電子部品製造設備分野の弱さ

から考えると、海外からの直接購入が相当に多かっただろうと考えられる。もちろん、他の技術導入ルートは否定するわけにはいかない。それらは外資系企業の買収や外国資本の技術提携による伝統抵抗器の生産技術の受け入れ方法である。まずは、外国資本との技術提携については台湾の最初の抵抗器メーカーである幸亜を事例として取上げてみよう⁴³。70年には幸亜は、日本抵抗器製作所（80万米ドルを出資）と台北県において合併事業を立ち上げ、巻線抵抗器と酸化金属皮膜抵抗器の生産を開始した。そして、その5年後の75年には、さらにアメリカの Kidco Inc.と金属皮膜抵抗の工場を興した。つまり、幸亜が日米の抵抗器メーカーとのジョイントベンチャーを通して、これらメーカーの生産技術を取り入れたといえる。

次に、外資系企業の買収を通して、外国の伝統抵抗器生産技術を受け入れた事例をみてみよう⁴⁴。台湾の大手専門抵抗器メーカーである第一電阻は、86年までに約4回にわたって、外資系企業の買収によって伝統抵抗器の生産技術を手に入れたことが明らかになっている。すなわち、69年に創立した第一電阻がその5年後74年11月、帝国通信工業（日本）の現地子会社である台湾富貴電子を買収し、伝統抵抗器の主な生産技術が入手できた。その後、82年6月には、台湾三洋電機（日本三洋電機の現地子会社）と日本の富士産業（SONYの系列部品会社）の現地抵抗器工場、83年8月にはアメリカ TRW 社の現地子会社精密電子工業の抵抗器工場を次々と買い取った。さらに精密金属皮膜抵抗器の生産技術を獲得するために、86年7月に第一電阻がまた NEC の系列会社横浜電子精工を傘下に収めた。つまり、台湾電子部品メーカーが段階的に外資系企業を買収することによって、次々と抵抗器の生産技術を獲得していった。

80年代半ばにはいと炭素皮膜抵抗器などの伝統抵抗器の生産が自動化、機械化されてから、量産体制が容易に実現できるため、台湾において大手、中堅だけでなく、零細企業の進出もよくみられる。97年現在炭素皮膜抵抗器メーカーが53社あり（電機電子工業同業公会会員のみのみ）⁴⁵、そのうち、地元資本の第一電阻、国巨、福華と外資系の台湾釜屋、台湾北陸のような大手企業を除けばほとんどが中小零細企業である。

4. 伝統抵抗器素材生産技術の形成

台湾抵抗器産業の技術形成は生産技術までにとどまらず、地元資本が炭素皮膜抵抗器の川上部門にも進出しており、素材生産の現地化を図ってきた。前述の製造工程にみられるように、炭素皮膜抵抗器の生産にはセラミックス原料、端子、リード線、炭、樹脂、絶縁塗料及び、その他の化学薬品が必要とされている。50年代には、電子部品素材の生産分野に進出した企業も存在しないし、これらの素材もほとんど地元で生産されていなかった。70年代以降、伝統抵抗器メーカー新設の増加に伴って、素材メーカーも増えてきた。80年代半ばになると、ようやくこれら素材の全てが台湾の地元資本によって生産されるようになっており、素材の100%自給率を実現させた。これによって、周辺諸国地域（例えば香港）にコスト競争では勝っていることは台湾が自負するところである⁴⁶。

こうして、炭素皮膜抵抗器を代表とした伝統抵抗器分野（素材と抵抗器本体）の生産技術が台湾において定着するようになった。しかし、80年代以降、世界的にも IC 産業の高成長、ME 革命の追い風で、また前述のように台湾電機電子機器産業の転換に伴って、電子部品の生産が短小軽薄化を要求されるようになった。やがて、チップ抵抗器の製法は台湾抵抗器メーカーの技術導入、吸収、定着のターゲットとなった。次に、このチップ抵抗器の生産技術が台湾地元メーカーにおいて形成されたプロセスを考察していく。

IV チップ抵抗器技術の形成

1. チップ抵抗器の生産技術

表 1 に示されているように、一台のパソコンには約500個か550個の抵抗器（チップ抵抗器とネットワーク抵抗器）が装着され、携帯電話には約100個から230個までの抵抗器（チップ抵抗器のみ）が装着されている。また、TFT - LCD ディスプレイ、マザーボード、DVD ドライブ、CD - ROM ドライブ、フロッピドライブはそれぞれチップ抵抗器を約100個、200個、100個、25個、100個要する⁴⁷。もし、従来の炭素皮膜抵抗器、あるいは金属皮膜抵抗器を装着するとしたら、パソコンや携帯電話のサイズが持てないほど大きくなる。つまり、機能の向上の割に部品やユニット品のサイズが極めて小さくされている。

チップ抵抗器の主要な生産技術がいうまでもなく SMT（Surface Mount Technology）である。SMT は通常表面装着技術と訳されている。チップ抵抗器装着機は、実装工程の自動化を前提にして、チップ抵抗器の開発と同時に並行的に登場したものである。日本では、80年代に入ってから本格的にそれが使われ始めた⁴⁸。

チップ抵抗器の製造過程は、次のようになる。まずはセラミックス基板を製造する。そして、次はセラミックス基板上に抵抗皮膜ペースト（インク）のスクリーン印刷を行う。スクリーン印刷によって基板上に厚膜抵抗が形成する。その後、レーザー機に通され、修正が行われる。修正を経た

表 1 パソコンと携帯電話の内装チップ抵抗器の個数

パソコン機種 1 CPU 種類	DellI32T Pentium 266MHz	DellI32W Pentium 266MHz	Compaq Presario Pentium 400MHz	
チップ抵抗器	443	502	450	
ネットワーク抵抗器	40	40	42	
合 計	483	542	492	
携帯電話機種	Nokia8210	Nokia3210	Nokia2180	Nokia6185
チップ抵抗器	95	128	228	196

註：1. パソコン本体のみ、周辺機器が含まれていない。

出所：台湾經濟部（2001）『電阻器産業現況與趨勢專題調查』99、102頁より作成。

抵抗器の中間製品が表面に保護層をつけられてから、切断され電極をつけられる。最後はテスト、マーキングを経て出荷されるが、一枚の基板上に形成した抵抗器は一般的には数個から数百個ほどにのぼる。

2. 台湾チップ抵抗器生産技術の形成

チップ抵抗器の生産は従来の炭素皮膜抵抗器の生産に近い。台湾において従来の炭素皮膜抵抗器メーカーの多くは伝統抵抗器生産の蓄積（技術と販売網）を生かしてチップ抵抗器の生産に転換した。例えば、大手の第一電阻、国巨、幸亜、厚声のほか、中小型メーカーの大益、江軍、明陽、欣統などがある。

1985年に、台湾の抵抗器メーカー金宝、建弘、神通、環隆などの5社によってSMTが導入された。そこから台湾においてチップ抵抗器の生産が始まった。翌年86年にオランダ系企業フィリップス⁴⁹がチップ抵抗器ラインの稼働を始めた。しかし、90年代初頭まで、台湾の地元メーカーはチップ抵抗器の素材であるセラミックス、インクなどを日本からの輸入に依存していた。生産設備は台湾では製造できず海外メーカーより輸入していた。その生産技術も海外から購入した抵抗器メーカーが少なくはない。例えば、第一電阻は89年に宇野電子（日本）からチップ抵抗器の生産技術を取得してから、抵抗器の生産を開始した⁵⁰。

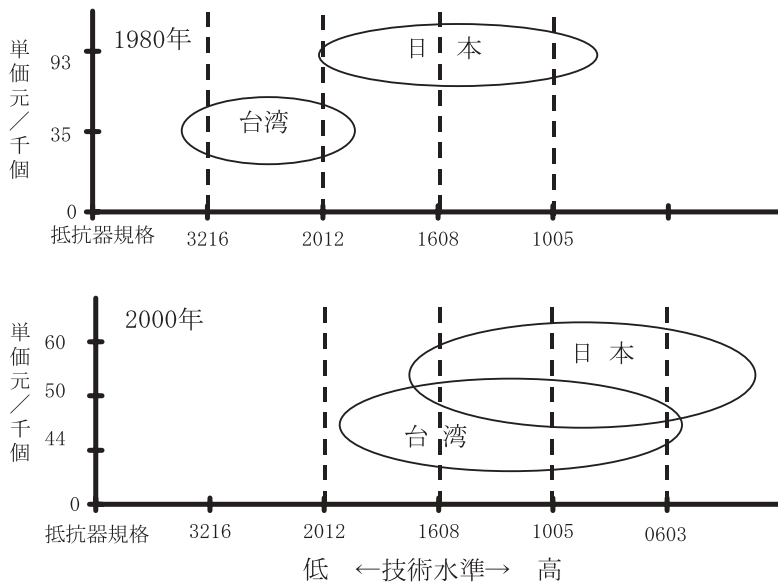
1990年から台湾系抵抗器大手の国巨はチップ抵抗器を生産すると同時に、SMTの開発も始めた。最初は、国巨が競争力を高め、他のチップ抵抗器メーカーとの差をつけるために、コストダウンを図ろうとした。国巨は自らSMT機械の研究開発を進め、設備の改良を積み重ねて行ってきた。いまは、国巨が自社用の機械だけでなく、他のチップ抵抗器メーカーにSMT設備を提供する装置メーカーともなった。

2000年現在、台湾にはチップ抵抗器メーカー（専業と兼業を含む）が約30社ある。そのうち、従来から存在したメーカーもあれば、新規参入企業（例えば大毅、旺詮、天二、華亜、大昌など）もある⁵¹。つまり、90年代に入ってからチップ抵抗器の生産もマニュアル化されてきて、新規企業も参入しやすくなった。例えば、信昌（信昌電子陶瓷股份有限公司）はもともと台湾セメント大手台湾水泥の系列会社であるが、抵抗器メーカー美大美を買収し、96年にチップ抵抗生産に乗り出した。

また、セラミックス基板をチップ抵抗器の主な素材としているため、セラミックスの研究開発やその生産の経験を生かして、従来のセラミックスメーカーがチップ抵抗器の生産分野へと進出した企業もみられる。例えば、華新科はその一つの企業である。華新科が1985年からセラミックスの研究開発を開始した。その10年後、95年にはチップ抵抗器の生産を本格的に展開していった。今では、台湾の楊梅、高雄、中国大陸の蘇州、東莞において四つのチップ抵抗器工場が稼働している。

多くの関連企業が参入したため、チップ抵抗器は価格の競争だけでなく、技術の競争もいっそう激しくなった。ICなどの微小化技術の発展に伴って、チップ抵抗器の小型化が絶え間なく要請さ

図1 角型チップ抵抗器生産技術における台湾と日本の比較



出所：台湾經濟部(2001)『電阻器産業現況與趨勢專題調查』106、187 頁。

れている。しかも単価を引き下げつづけてきたため、規模の経済性も求められてきた。そこで、工場の増設より単体機能の拡充が台湾では行われている。それは、世界全体の抵抗器市場の変動が激しい上に、設備増設には不確実性があまりに大きく、会社の資産運営に支障をきたす恐れがあるからである。こうした不確実性を克服するために、多くのチップ抵抗器メーカーは工場の新設、設備の増設を避け、単体設備の生産量の増大と設備の歩留まりの向上を図ろうとして、生産工程の改良・革新を行っている。こうして、独自の生産技術を生み出しつつある。

ところで、一般的にはチップ抵抗器の種類がその形状によって角型と丸型に大別される。そのうち、角型チップ抵抗器の生産と消費は最も多い⁵²。現在は角型チップ抵抗器が大抵32mm × 16mm (型番 3216ともいう。以下同じ)、20mm × 12mm (2012)、16mm × 8mm (1608)、10mm × 5mm (1005)、6mm × 3mm (0603) という5種類の規格がある。チップ抵抗器の規格(サイズ)が小さければ、小さいほどより高度な製品技術、製造技術が要するため、チップ抵抗器の製品技術を評価するのに、その規格が一つの評価基準となる。ここで、角型チップ抵抗器の技術に関する台湾と日本との比較をしてみよう。

図1によって表されているように、80年には日本の場合、生産したチップ抵抗器の規格がほとんど前出の規格の2012から1005までであり、なおかつそれらの単価は93元/千個前後に安定している。これに対して、台湾のメーカーは大きい規格の3016から2012までのチップ抵抗器をしか生産できなかった。しかも、それらの単価は日本のその半値以下にとどまっている。

しかしながら、00年にはいると、台湾のチップ抵抗器技術は日本との格差を縮めてきた。日本の

場合は、チップ抵抗器の生産が既に規格の2012の製品から退出し、規格の0603の製品までに進展してきた。一方、台湾の場合はチップ抵抗器の生産が規格の3016の製品からすでに退出し、規格の1608、1005、0603の製品へ猛進してきた。00年現在には、台湾において規格の0603製品の生産量はチップ抵抗器全体の1割にも達していないにもかかわらず、日本と重なった部分が広がってきて、著しく大きくなった。同じように、チップ抵抗器の単価では日本の方が依然として高い水準にあるのに対して、台湾が日本との格差が大幅に縮小してきている（図1を参照）⁵³。

3. チップ抵抗器素材生産技術の形成

さて、チップ抵抗器の生産コストでは素材費用が圧倒的に高く、総コストの35～50%を占めている。厚膜チップ抵抗器の場合は素材費用がおよそ35%であり、ネットワーク抵抗器の素材費用は最も高く、総コストの40～50%に達している⁵⁴。したがって、チップ抵抗器の生産コストを減らすためには、素材費用の削減が必要不可欠であろう。台湾の地元企業がこの問題の解決に向かって従来の素材の生産を実現させただけでなく、その代替素材の開発と生産をも推し進めてきた。

前述したように、チップ抵抗器の主要な素材は大抵セラミックス素材と化学薬品から構成されている。さらに化学薬品塗料が内部電極用と外部電極用に分かれる。チップ抵抗器の生産を開始した当時、台湾にはこれらの素材の生産が皆無に等しかった。それらのほとんどは欧米日メーカーからの輸入に仰いでいた。具体的には、セラミックスは日本の丸和、京セラ、共立、Nippon Carbide、アメリカの Coors とフランスの Ceramtec、内部電極の塗料は日本の朝栄、住友、アメリカのデュポン、そして、外部電極の塗料は日本の朝栄、住友、NANIC、アメリカのデュポン、ドイツの Degussa が台湾にとって主要な素材供給メーカーであった。03年にはセラミックス基板と電極用塗料は地元産のものが台湾の市場において大きなシェアを占めるようになった。

地元企業によるチップ抵抗器素材生産への参入は90年代初頭から始まった。まずは、チップ抵抗器用セラミックス基板の分野をみてみよう。セラミックス基板メーカー九豪社が91年に創立、92年にセラミックス基板工場を稼働させ、そして、93年にはセラミックス基板の量産体制を整えた⁵⁵。現在に台湾においては九豪が唯一のチップ抵抗器用セラミックスメーカーであり、台湾のチップ抵抗器用セラミックス基板市場のおよそ4割を占めている⁵⁶。

他方、内部電極用と外部電極用の塗料分野に進出したのは地元企業の中軸（致嘉）、業強、銀品、崇越と伊必艾の5社である。そのうち、伊必艾社は85年に創立して以来、電極化学薬品の研究開発を行いつづけてきており、今は主にシルバーペーストなどを生産している。中軸社はもともと陶器、建築材メーカーであり、89年からチップ抵抗器素材の研究を始めた。その後93年に電子素材事業部を立ち上げ電極用塗料の生産を本格的に展開した。そして、98年にはドイツの Hereaus 社と技術提携を結び、よりよい素材生産技術を導入した。2002年になると電子素材事業部は本社から新しい会社として独立した。それは現在の致嘉社である⁵⁷。03年にはチップ抵抗器の外部電極用塗料と内部

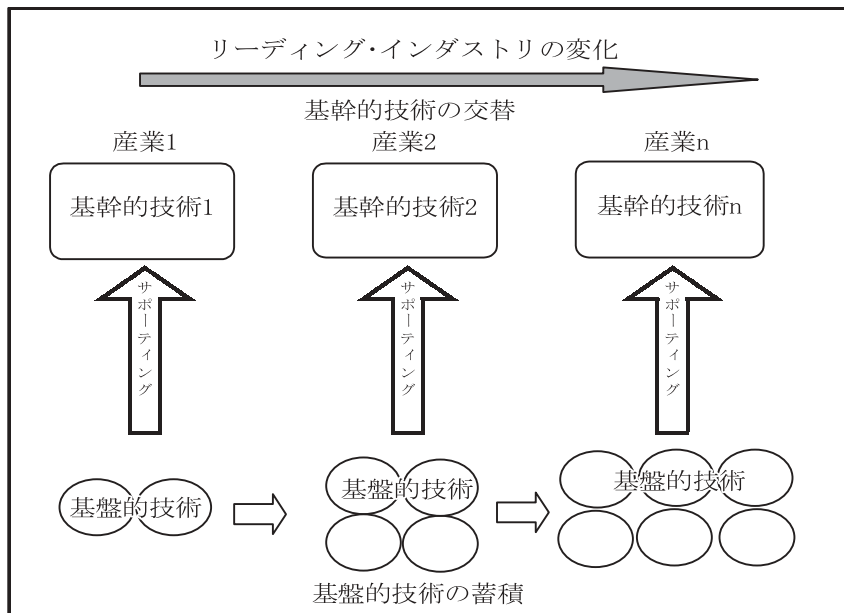
電極用塗料の国産化率は約70%に達している⁵⁸。

さらに、電極用塗料の代替素材として抵抗器製造大手の国巨社、抵抗器製造設備のメーカー昌新社などの台湾企業はコンデンサーの製法に似通った浅メッキの製法により、セラミックス基板の上で電極を生成することを企業化させた。この製法は今までのスクリーン印刷製法と異なり、内部電極用と外部電極用の塗料を使用せずにすむ方法である。こうして内部電極用塗料と外部電極用塗料の不使用によって、素材費用はおおよそ5～10%削減することができる。今ではこの製法はチップ抵抗器素材メーカーやチップ抵抗器設備メーカーによって広められ、多くのチップ抵抗器メーカーによって導入されている⁵⁹。

V 結び

以上、技術キャッチアップの視点から台湾における工業化のダイナミズムにアプローチしてきた。前述したように、台湾電機電子機器産業の諸転換期のおり、その中の諸部門（ラジオ、テレビ、他の家電製品、そして、コンピュータの生産部門）の継起は外資系企業と深く関わっている。つまり、外資系企業がその先導役、あるいは牽引者役を演じていたが、地元企業はこれら生産部門の生産技術（基幹的技術）を獲得することによって同業種への積極的な進出を果たした。また、地元企業はこれら産業部門の部品需要に応じて、多少時間的遅延があるが、部品の生産技術（基盤的技術）を獲得し部品製造事業を興している。しかも、これら部品の素材分野までも地元企業はその生産技

図2 基幹的技術と基盤的技術の関係の概念図



出所：筆者作成。

術（基盤的技術）を獲得し進出しているのみならず、地元部品メーカーが技術の改善・革新を絶え間なく行ってきたことが明らかにされた。

本来は、基盤的技術は巨大企業に内包されており、内部経済⁶⁰として扱われているはずである。台湾の場合はそれが中小零細企業によって所有されている。マーシャル流に言えば、台湾の電機電子機器産業は外部性⁶¹があるといえる。台湾の電機電子機器産業の生成、発展は自らの生産技術の形成に負っているだけでなく、電子部品の生産技術の形成にも大いに負っている。言い換えれば、電子部品の生産技術を代表とした基盤的技術の蓄積こそが、完成品を生産する電機電子機器産業に外部経済性を与えているといえる。つまり、台湾においては基幹的技術と基盤的技術の継起的でダイナミックな形成がそれらの間の隙間を縫い合わせ、シームレスな技術キャッチアップを促しているといえる（図2を参照）。

こうした基幹的技術と基盤的技術によるシームレスな技術キャッチアップは、台湾が完成品産業の急速な成長を成し遂げて、メキシコのように大量な部品の輸入による国際累積債務国になっただけでなく、重要な要因⁶²である。また、外貨を稼ぐ世界的比較優位があるとしても、比較生産費用の割高がその比較優位を損ねて、輸出指向産業の発展に支障をきたすのも現実的な問題である。例えば、前述したような香港と台湾のケースでは、同じ製品を生産する場合、台湾は香港より輸出上の比較優位を持っているといわれている。それはなぜかという、台湾の方は基盤的技術がいち早く蓄積されたため、台湾内での部品の調達率がよりスムーズに高められてきたからである。

要するに、開放経済には二つの外部経済がある。一つは世界市場から与えられた経済性、つまり「後発効果」であり、もう一つは国内市場から与えられた経済性、つまり産業連関の経済性⁶³である。台湾の場合は地元企業が経済成長に「後発効果」を生かさせているのにとどまらず、地元企業が市場を作り上げてその外部経済を迅速に内部化した。こうした市場は次第に外資系企業に代わって主役になっていく。これによって、外資系企業の退出によりもたらされた不経済、そして産業連関の不経済を克服することができたのである。

¹ 恒川恵市（1988）『従属の政治経済学 メキシコ』東京大学出版会の第3章、第4章と中岡哲郎（1990）「メキシコ自動車産業の形成と技術」（同編『技術形成の国際比較』筑摩書房）を参照されたい。

² 特に最近注目を浴びている韓国の自動車産業、IC産業、LED産業、台湾のパーソナル・コンピュータ・周辺機器産業、IC産業、LED産業。

³ 例えば、海外は Little, I. / Scitovsky, T. / Scott, M. (1970, *Industry and Trade in some Developing*, Oxford University Press) Balassa, B. (1971, *The Structure of Protection in Developing Countries*, The Johns Hopkins U.P.) をあげることができる。

⁴ もちろん、一國中でも輸入代替工業と輸出指向工業を同時に興すのは考えられる。また、もし後者（輸出指向工業）を主とした場合、その経済においては輸入代替から輸出指向への転換を如何にダイナミッ

クに行っているのが持続的な成長の重要なポイントとなっているといえる。

- ⁵ この問題については日本においても、多くの先達によって検証されている。例えば、渡辺利夫（1985）『成長のアジア、停滞のアジア』東洋経済新報社、平川均（1997）『東アジア工業化ダイナミズムの論理』（法政大学比較経済研究所／粕谷信次編『東アジア工業化ダイナミズム』法政大学出版局）、末廣昭（2000）『キャッチアップ型工業化論』名古屋大学出版会がある。
- ⁶ 久保文克（2003）『アジア経営史の方法と課題（ ）』（中央大学商学研究会『商学論纂』第44巻第3号）242～5頁。
- ⁷ 末廣昭（2000）66頁。
- ⁸ 中岡哲郎編（1991）『技術形成の国際比較』筑摩書房、同編（2002）『戦後日本の技術形成』日本経済評論社、山岡茂樹（1988）『日本のディーゼル自動車：自動車技術の形成と社会』日本経済評論社、前田裕子（2001）『戦時期航空機工業と生産技術形成』東大出版会などをあげることができる。
- ⁹ 大同電機股份有限公司ホームページ（<http://www.tatung.com>）による（03年12月13日に閲覧）。
- ¹⁰ アジア経済研究所編（1981）『発展途上国の電機・電子産業』アジア経済研究所、130頁。
- ¹¹ 水橋佑介（2001）『電子立国台湾の実像』日本貿易振興会、7頁。
- ¹² 『1999電機産業年鑑』5の4頁を参照。
- ¹³ 例えば、テレビの場合、1988年には生産台数が374万台余りに達しており、そのうち、約300万台が輸出された。また、ビデオデッキ、ラジカセも台湾市場での販売率が非常に低くて、2割ぐらいに止まった（葉剛（1998）『アジアのハイテク産業化と新情報技術革新』立正大学『経済学季報』第47巻第2・3合併号、188頁）。
- ¹⁴ アジア経済研究所編（1981）131頁。
- ¹⁵ 梶原弘和（1994）『台湾の電機電子産業』（谷浦妙子編『産業発展と産業組織の変化』アジア経済研究所）246頁。
- ¹⁶ 業務内容をみると、これらのメーカーが耐久消費財から生産財まで多様な業務内容を有することがわかる。例えば、東元電機が洗濯機、乾燥機、エアコン、除湿機、冷蔵庫、冷凍庫、カラーテレビなどの家電製品のほか直流・交流電動機、船舶用電動機、発電機、センタリングエアコン、自動販売機、モーターなどの資本財をも生産している。
- ¹⁷ 中華電信所企業股份有限公司『台湾地区産業年報 1986年版』35、51頁。
- ¹⁸ 製造業の賃金は、1976年には平均月給が4,044台湾元であったが、その10年後の85年になるとそれが、3倍増の12,697台湾元となり、さらに95年にはそれが32,441台湾元へと、約2.5倍の賃金上昇がみられた（葉剛（1998）190頁）。
- ¹⁹ （財）交流協会（1994）『台湾の産業高度化』7頁。
- ²⁰ 1980年代後半から台湾の家電製品産業が急激に減産してきた。カラーテレビ、電卓、デジタル腕時計、ラジオ、音響器機の生産量はそれぞれ、ピーク期よりおよそ1/5、1/10、1/7、1/2、1/3にま

では減っている (Taiwan Statistical Data Book, Council for Economic Planning and Development, Republic of China, 各年版より)。

- 21 1992年には、台湾ではカラーテレビ、冷蔵庫の普及率はほぼ100%であり、洗濯機のそれは90%、ビデオデッキのそれは73%、エアコンのそれは58%にも達している (台湾研究所『台湾総覧 1994年版』909頁)。
- 22 アメリカ ITT 社から受注した互換機 EXTRA ブランドの OEM3000万米ドル相当を、エイサーと神通が等分に分け合って生産輸出したのが第1号とされている (『光華海外版』誌、1998年9月号、10頁)。この OEM 生産で両会社は互換機の量産技術を手に入れた。そこからパソコン量産技術を有する企業が次第に増えていった (鄧海珠 (1998)『珪谷伝奇』圓神出版、49頁)。
- 23 黄欽勇 (1995)『電腦王国 R.O.C. - Republic of Computer 的伝奇』天下文化出版、12頁。
- 24 ちなみに、02年には世界の有名なコンピュータ会社である DELL、HP、IBM、Apple などそれぞれの 30%~50%のノートパソコンを台湾のメーカーに注文している。近年から日本の NEC、SONY、Toshiba からの OEM 生産の注文も増えている (台湾經濟部 (2003)『資訊工業年鑑 2003年版』8の23頁)。
- 25 02年には、台湾産のノートパソコン、マザーボード、CD-ROM ドライブ、LCD は世界市場で5割以上のシェアを占めている。そればかりか、台湾は、デスクトップパソコン、サーバー機、DVD ドライブ、キーボード、マウス、画像カード、サウンドカード、グラフィックカード、プリンタ、スキャナー、パソコン専用電源、デジカメ、プロジェクターなどのようなパソコン周辺機器やユニット製品を大量に世界市場へ出荷している (台湾經濟部 (2003) 8の20頁)。
- 26 例えば、ノートパソコンメーカーの広達電腦 (股份有限公司)、エイサー、マザーボードメーカーの華碩電腦 (股份有限公司)、技嘉科技 (股份有限公司)、ディスプレイメーカーの誠洲 (股份有限公司)、明碁 (電腦股份有限公司)、スキャナーメーカーの全友電腦 (股份有限公司)、鴻友科技 (股份有限公司) などは世界市場でも OEM / ODM の大きなシェアを占めている (王正芬 (1999)『台湾資訊電子產業版図』財訊出版社を参照)。
- 27 水橋佑介 (2001) 7 頁。
- 28 財団法人交流協会 (1984)『台湾の電子部品工業』4 頁。
- 29 財団法人交流協会 (1988)『台湾の電子部品工業』20~21頁、重化学工業通信社 (1993)『アジアの電子工業 1993年』132~227頁。
- 30 志村幸雄 (1986)『電子部品』日本経済新聞社、21頁。
- 31 台湾行政院主計處 (1998)『台湾地区工商及服務業普查報告』第3巻、228~231頁。
- 32 葉崧日 (1980)「従産品循環理論看台灣的電視產品發展」『台湾銀行季刊』第31巻2期、表32。
- 33 財団法人交流協会 (1978)『台湾の電子製品をめぐる工業貿易政策の現状と展望』24頁。
- 34 台湾 IC 産業の発達について、葉剛 (2002)「台湾ファウンドリーの形成」(井原基 / 橘川武郎 / 久保克文編『Research Series No.5 アジアと経営 市場・技術・組織 下巻』東京大学社会科学研究所)を参

照されたい。

- 35 台湾行政院主計處（1998）第3巻、228～231頁。
- 36 台湾行政院主計處（1998）第3巻、334～385頁。
- 37 同上。
- 38 志村幸雄（1986）29頁。
- 39 台湾經濟部『工業生産統計月報』90年3月、156頁、98年1月、158頁、2003年2月、157頁による。
- 40 台湾經濟部（2002）『電子零組件工業年鑑 2002年版』表11～17。
- 41 台湾經濟部（2001）『電阻器産業現況與趨勢專題調查』44頁、（2002）『電子零組件工業年鑑 2002年版』3の3頁による。
- 42 台湾經濟研究所（1985）『資訊電子工業年鑑』297頁。
- 43 幸亜電子工業股份有限公司のホームページ（<http://www.tyohm.com.tw>）による（04年3月8日に閲覧）。
- 44 第一電阻電容器股份有限公司のホームページ（<http://www.firstohm.com.tw>）による（04年2月23日に閲覧）。
- 45 『台湾区電機電子工業同業公会會員名簿 1996 / 97』678～986頁。
- 46 台湾經濟研究所（1985）297頁。
- 47 台湾經濟部（2002年）13の87頁による。実際は、現にチップ抵抗器の使用が、パソコン、携帯電話だけでなく、日常によく使われている薄型ラジオ、電卓、ウォークマン（CD、MD）テレビ、ビデオデッキ（VHS、DVD）ステレオ、デジタルカメラ、電子ミシン、電話機、コンピュータの周辺機器などから、民生用、産業用を問わずあらゆる電機電子機器に採用されるに至っている。
- 48 志村幸雄（1986）115頁。
- 49 2000年にオランダ系の総合電子機器メーカーであるフリプス現地子会社台湾飛利浦建元電子が国巨によって買収された後、飛元と改称された。
- 50 第一電阻ホームページ（<http://www.firstohm.com.tw>）による（04年2月23日に閲覧）。
- 51 台湾經濟部（2001）『電阻器産業現況與趨勢專題調查』94～95頁。
- 52 日本の場合、角型と丸型との比は7対3であるのに対して、台湾の場合、前者の生産と消費が日本よりもっと多いという（台湾經濟部（2001）107頁）。
- 53 03年現在は0603、0402、0201規格のチップ抵抗器の生産割合はそれぞれ40%、30%、07%となっている（台湾經濟部（2004）18～19頁）。
- 54 台湾經濟部（2001）78頁。
- 55 九豪陶瓷社ホームページ（<http://www.leatec.com.tw>）による（04年2月10日に閲覧）。
- 56 台湾經濟部（2004）『電子零組件工業年鑑』18の12頁。
- 57 致嘉社ホームページ（<http://www.exojet.com.tw>）による（05年2月25日に閲覧）。
- 58 台湾經濟部（2004）18の13頁。

- ⁵⁹ 台湾經濟部（2001） 108頁。
- ⁶⁰ マーシャル、A.（1985）『経済学原理 第二分冊』（永澤越郎訳）岩波ブックセンター信山社、315頁。
- ⁶¹ マーシャル、A.（1985） 315頁。
- ⁶² 恒川恵市（1988） 119～125頁、中岡哲郎（1990） 91頁。
- ⁶³ 産業間の矛盾と技術課題や刺激の相互移転の問題が解決されたことが高度成長を支えた重要な役割であると同時に、それらの技術の波及効果が次の段階の発展を生み出す力となっているというふうに中岡哲郎氏が産業間の技術的リンケージを重要視した日本の経験を高く評価している（中岡哲郎（2002）「総論：戦後産業技術の形成過程」同編『戦後日本の技術形成』日本経済評論社、9～10頁）。